

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

11.08.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.



出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 2 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 3 3 6 5 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 3 3 6 5 6]

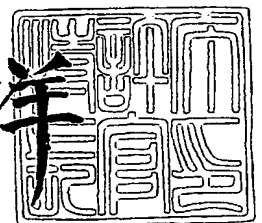
出 願 人 日 産 自 動 車 株 式 会 社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 8 4 2 6 5

【書類名】 特許願
【整理番号】 NM02-03724
【提出日】 平成15年 9月25日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01M 8/04
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内
 【氏名】 福田 隆
【特許出願人】
 【識別番号】 000003997
 【氏名又は名称】 日産自動車株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100083806
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三好 秀和
 【電話番号】 03-3504-3075
【選任した代理人】
 【識別番号】 100068342
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三好 保男
【選任した代理人】
 【識別番号】 100100712
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦
【選任した代理人】
 【識別番号】 100087365
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 栗原 彰
【選任した代理人】
 【識別番号】 100100929
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 川又 澄雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100095500
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊藤 正和
【選任した代理人】
 【識別番号】 100101247
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高橋 俊一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100098327
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高松 俊雄
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 001982
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9707400

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

アノードに燃料ガス、カソードに酸化剤ガスの供給を受けて発電する燃料電池スタックと、

アノード出口から排出がれた燃料ガスをアノード入口側へ戻すアノードガス循環流路と、

アノードガス循環流路内のガスを駆動する循環流量が可変の水素循環ポンプと、

アノード出口から系外へアノードオフガスを排出するパージ弁と、

燃料電池スタックのセル電圧を測定するセル電圧測定手段と、

を備えた燃料電池システムにおいて、

前記セル電圧測定手段が測定したセル電圧に応じて、前記水素循環ポンプ及び前記パージ弁を制御する制御手段を備えたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記セル電圧測定手段は、燃料電池スタックを構成する複数のセルの電圧を個別に測定可能であり、

前記制御手段は、セル電圧低下時に電圧低下の大きなセルが多いほど前記水素循環ポンプによる循環量を少なく、パージ弁からの排出量を多くするようにパージを行うことを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記セル電圧測定手段は、燃料電池スタックを構成する各セルの電圧を個別に測定可能であり、

前記制御手段は、セル電圧低下時にセル電圧間のばらつきが小さいほど前記水素循環ポンプによる循環量を少なく、パージ弁からの排出量を多くするようにパージを行うことを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

アノード流路の水詰まりを判定する水詰まり判定手段を備え、

前記制御手段は、セル電圧低下時に水詰まりの可能性が低いほど水素循環ポンプによる循環量を少なく、パージ弁からの排出量を多くするようにパージを行うことを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記セル電圧測定手段は、燃料電池スタックを構成する各セルの電圧を個別に測定可能であり、

前記水詰まり判定手段は、セル電圧低下時に電圧低下の大きなセルが多いほど水詰まりの可能性が低いと判断することを特徴とする請求項 4 記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記セル電圧測定手段は、燃料電池スタックを構成する各セルの電圧を個別に測定可能であり、

前記水詰まり判定手段は、セル電圧低下時にセル電圧間のばらつきが小さいほど水詰まりの可能性が低いと判断することを特徴とする請求項 4 記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記制御手段は、パージの最初は、水素循環ポンプによる循環量を通常運転時よりも多く設定し、その後セル電圧の上昇速度が遅い場合には、パージ弁からの排出量を多くするように設定することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに係り、特にアノードガス循環系を備えた燃料電池システムにおけるパージ制御に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、水素ガスなどの燃料ガスと酸素を有する酸化ガスとを電解質を介して電気化学的に反応させ、電解質両面に設けた電極間から電気エネルギーを直接取り出すものである。特に固体高分子電解質を用いた固体高分子型燃料電池は、動作温度が低く、取り扱いが容易なことから電動車両用の電源として注目されている。

【0003】

固体高分子型燃料電池に用いられる固体高分子膜は、通常、加湿された状態でないと十分に水素イオン導電性を発揮しないため、燃料電池に供給する水素ガスまたは酸化剤ガスまたは双方を加湿している。しかしながら運転状態によっては加湿水や生成水が燃料電池スタック内で凝縮し、反応ガス通路に水詰まりが発生することがある。

【0004】

また、酸化剤ガスとして空気を用いる燃料電池では、空気中に含まれる窒素が固体高分子膜を透過して、水素循環経路内に蓄積し、水素極における水素ガス分圧を下げるので運転効率が低下する。上記のような水詰まりや窒素ガスの蓄積が生じた場合には、一般にパージと呼ばれる操作を行って、水詰まりや窒素ガス蓄積の解消を行っている。

【0005】

従来の燃料電池におけるパージ動作の例としては、例えば特許文献1記載の燃料電池システムが知られている。この燃料電池システムにおいては、水素循環通路内に蓄積した不純物を除去するため、水素循環通路に設けたパージ弁を開放することにより、水素極排ガス（アノード・オフガス）を系外に放出している。

【特許文献1】特開2002-243417号公報（第4頁、図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら上記従来技術においては、パージ弁から水素を含むガスを系外へ放出することにより水素循環経路内の水詰まりを解消していたため、パージに伴って水素ガスが放出されることになり、燃料電池システムの燃費性能が低下するという問題点があった。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記問題点を解決するために、本発明は、アノードに燃料ガス、カソードに酸化剤ガスの供給を受けて発電する燃料電池スタックと、アノード出口から排出がれた燃料ガスをアノード入口側へ戻すアノードガス循環流路と、アノードガス循環流路内のガスを駆動する循環流量が可変の水素循環ポンプと、アノード出口から系外へアノードオフガスを排出するパージ弁と、燃料電池スタックのセル電圧を測定するセル電圧測定手段と、を備えた燃料電池システムにおいて、前記セル電圧測定手段が測定したセル電圧に応じて、前記水素循環ポンプ及び前記パージ弁を制御する制御手段を備えたことを要旨とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、セル電圧に応じて水素循環ポンプとパージ弁とを制御することにより、水詰まりによるセル電圧低下の回復を水素循環ポンプによる循環量増加により行うことができ、パージ弁による水素の放出の機会を減少させ、燃費性能低下を抑制しつつセル電圧の回復を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

次に図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。以下の各実施例は、燃料電池車両に好適な燃料電池システムである。

【実施例1】

【0010】

図1は、本発明に係る燃料電池システムの実施例1の構成を示す構成図である。図1において、燃料電池システム1は、燃料電池スタック2と、燃料電池スタック2の温度を測定する温度センサ21と、燃料としての水素を貯蔵する水素タンク3と、水素タンク3から取り出される水素圧力を調整する圧力制御弁4と、圧力制御弁4と燃料電池スタック2とを連通する燃料ガス通路5と、燃料電池スタック1から排出された排水素を水素循環経路8を介して燃料電池スタック1の入口へ循環させる水素循環ポンプ6と、排水素を系外へ放出するパージ弁7と、空気を圧縮するコンプレッサ9と、圧縮された空気を加湿して燃料電池スタック2へ供給する加湿器12と、燃料電池スタック2の排空気から水を回収する凝縮装置13と、排空気の圧力を調整する圧力制御弁14と、凝縮装置13で回収された水を貯蔵する水タンク17と、水タンク17の水を加湿器12へ送り出す水ポンプ18と、燃料電池スタック2の温度を検出する温度センサ21と、燃料電池スタック2のセル電圧を検出するセル電圧センサ22と、燃料電池スタック2の出口における水素圧力を検出する圧力センサ34と、コントロールユニット32とを備えている。

【0011】

次に、上記構成の燃料電池システムの作用を説明する。

水素タンク3から導入された水素と燃料電池スタック2を通過後の排水素が水素循環ポンプ6で混合された後、燃料電池スタック2に供給される。

燃料電池スタック2を通過した水素は、水素循環経路8を通過し、水素循環ポンプ6に導かれる。水素循環経路8内に窒素やCO、水等の不純物濃度が高くなった場合、及びシステム起動時には、パージ弁7を開弁し、循環水素が循環路外部にパージされる。その動作については後述する。

【0012】

燃料電池スタック2の各セルの電圧は、セル電圧センサ22で検出され、コントロールユニット32に送られる。また、燃料電池スタック2の温度、及び水素圧力は、温度センサ21、圧力センサ34によりそれぞれ検出されて、コントロールユニット32へ送られる。

【0013】

コントロールユニット32は、これらセンサ21、22、34の検出値に基づいて燃料電池システムを制御するとともに、セル電圧センサ22が検出したセル電圧に基づいて、水素循環ポンプ6及びパージ弁7を制御する制御手段である。

また、コントロールユニット32は、特に限定されないが、本実施例では、CPUとプログラムROMと、作業用RAMと、入出力インタフェースとを備えたマイクロプロセッサで構成されている。

【0014】

パージ弁7は、水素循環経路8とその外部とを連通、非連通可能であるとともに、開口面積を任意に設定可能な弁である。

コンプレッサ9は、外気を吸入して圧縮し、この圧縮された空気は、空気通路11の経路中に設けられた加湿器12で加湿され、燃料電池スタック2に供給される。

【0015】

燃料電池スタック2で消費されずに残った空気、および生成された水は、その下流に設けられた凝縮装置13により、水分を回収される。凝縮装置13の下流には空気系を所望の圧力に制御可能な圧力制御弁14が備えられる。

凝縮装置13で凝縮、回収された回収水は、水通路16を連通、非連通を切り替え可能なバルブ15を経由して水タンク17に導かれる。

【0016】

水タンク 17 から流出した水は、その下流のポンプ 18 で圧送し、配管 19 によって、加湿器 12 まで接続され、加湿器 12 で過剰となった水は配管 20 を経由し、再度水タンク 17 に戻される。

【0017】

次に、運転動作について簡単に説明する。

運転者のアクセル開度に基づき設定される出力＝電力に応じて、燃料電池スタック 2 のアノード側に水素、カソード側に空気をそれぞれ供給する。

またアノードの水素圧力及びカソードの空気圧力である運転圧力は、図 2 に示す様に、低負荷運転では低く、高負荷運転では高く設定されている。

【0018】

通常運転時には、燃料電池スタック 2 のアノード側出口からの排気は、水素循環経路 8 および水素循環ポンプ 6 によりアノード側入口へ循環されて閉ループを形成している。しかし、燃料電池スタック 2 の内部では、カソード側から空気中の窒素が固体高分子電解質膜を透過しアノード側に至り、アノードガス中の不純物濃度が次第に増加したり、或いはスタック中のガス流路に水が詰まったりして、燃料電池スタックのセル電圧低下を引き起こす。

【0019】

セル電圧センサ 22 により検出されたセル電圧に基づいて、コントロールユニット 32 がセル電圧低下が生じたと判断した場合には、パージ弁 7 を一次的に開いてアノード循環経路内部の不純物を含んだガスを系外へ放出するパージ動作を行う。

【0020】

次に、パージ動作を図 4 のフローチャートに沿って説明する。

まず、S1 では、コントロールユニット 32 は、セル電圧センサ 22 から燃料電池スタック 2 の各セルの電圧を読み込み、全セルの平均電圧を計算する。次いで、S2 では、S1 で計算した全セルの平均電圧から、所定値（例えば 0.1 V）以上電圧が低下したセルがあるか否かを判断する。

【0021】

YES の場合 S3 へ進み、NO の場合 S4 へ進む。

所定値（例えば 0.1 V）以上電圧が低下したセルが存在する場合には、水詰りが発生したと判断し、S3 で水素循環ポンプ 6 を増速（水素循環流量を増加）することで、水詰りを解消して、リターンする。

【0022】

通常運転時の水素循環量は、図 5 中太線に示す様に燃料電池の運転負荷に応じて増加させるが、低負荷域では、分配等の問題を避ける為略一定量を確保している。ここでの増量は、図 5 中細線で示す様に、略一律の割合としているが、使用する燃料電池の特性に応じて、略一定量を増加しても良いし、負荷に応じて増加量を可変にしても構わない。

【0023】

S4 では、図 5 の太線に応じた通常の水素循環量に設定される。

S5 では、セル平均電圧は、予めコントロールユニット 32 の ROM 内に記憶したテーブル値よりも 0.1 V 低いかなどかを判断しており、0.1 V 以上低い場合には S6 へ進み、そうでない場合には S7 へすすむ。

【0024】

水素循環経路内に、カソードからの窒素拡散等により不純物が増加すると平均セル電圧が低下するので、平均セル電圧が所定幅（例えば 0.1 V）以上低下した場合には、S7、S8 で所定時間（例えば 5 秒）パージ弁 7 を開弁させて水素循環経路内の水素と共に窒素等を外部に排出することで、平均セル電圧を回復させる。

【0025】

ここで、平均セル電圧の低下を検出する方法としては、図 3 に示す様に運転時の負荷に対する燃料電池の電圧特性（I-V 特性）をテーブルデータとしてコントローラ 32 内に格納しており、燃料電池運転負荷に応じた、ある温度でのあるべき平均セル電圧を求め、

燃料電池温度によるセル電圧変化を補正し、あるべき平均セル電圧を求め、その値と実際の運転中との平均セル電圧を比較することでこの判断が可能である。

【0026】

以上のように本実施例では、水つまりが原因のセル電圧低下はパージ弁を開放しなくとも水素循環量の増加で解消できるので、この場合にはパージ弁を開けることなく水素循環量の増加で対応することで、水素の外部放出を抑制し、燃費の悪化を抑制する。

【0027】

又窒素拡散など水素中の不純物が原因のセル電圧低下はパージ弁を開放しないと解消できないので、この場合にはパージ弁をあけることで確実にセル電圧を回復させることができる。

【0028】

更に、長期的な燃料電池の劣化を考慮し、比較的長い周期でのセル電圧低下については、学習により補正しても良く、その場合は、燃料電池が次第に劣化し、平均セル電圧が低下した場合でも上記判定が可能である。

【0029】

なお、セル電圧ばらつきからセル電圧低下の要因を判定したが、アノード側に水素濃度センサを設け、セル電圧低下時に水素濃度から判定しても良い。

【0030】

また、本システムでは、水素循環の手段として水素循環ポンプのみを有しているが、これと並列にエゼクタを用いても良い。

【実施例2】

【0031】

実施例2の構成は、図1に示した実施例1の構成と同一であり、動作のみが異なるので図6に示すフローチャートの異なる部分のみ説明する。S1からS7までは、図4に示した実施例1と同様である。

【0032】

S6でパージ弁7を開いた後に、S8では、水素循環ポンプ6の循環量を減量している。この動作は、パージ弁7を開弁した場合には、燃料電池スタック2に供給する水素流量が増加するため、逆に水素循環量を減少しても問題がないばかりか、窒素等の不純物を外部に排出するためには、循環量を少なくした方が、窒素濃度が高い状態のまま、外部に排出でき、短い時間で循環水素系内の窒素濃度を減少可能となる。

【0033】

この減少量は、本実施例ではパージ弁7を開弁した時に増加する流量分とほぼ同量をそのまま減量する。パージ弁7を開弁したときの流量は、パージ弁上下流の圧力差と、流れる流体によって変化するが、本実施例では、図2に示すように燃料電池の運転負荷に応じて運転圧が変化させているため、燃料電池の運転負荷が決まると、図7に示すテーブルより流量が求まる。

【0034】

この流量を図5の太線より減算した値が、水素循環ポンプ6での循環流量として設定される。

【0035】

また、パージ時の水素循環量の減少量は、使用する燃料電池に特に問題を生じない場合には、たとえばパージ量より少なく設定してもよく、この場合さらにパージ時の水素循環系内の掃気の効率が高まる。

【0036】

S8に次いで、S9へ移り、パージ弁の開弁時間が所定時間に達するまで待機する。S9で所定時間が経過すると、S10へ移り、パージ弁を閉じる。次いで、S12で、水素循環量を通常に復帰させて、リターンする。

【0037】

本実施例では、実施例1に対して、パージ弁開弁時に水素循環量を減少させることで、

より無駄な水素排出の低減と、パージ時間の短縮とを両立可能である。

【0038】

また本実施例では、平均的でないセル電圧低下の際、すなわち水つまりの際に水素循環量のみを増加させたが、この際にパージ弁も同時に開弁することで、速やかにパージを行うことができる。

【0039】

水素循環量増加はポンプ駆動増加による電力消費増加を伴うため、ポンプの消費電力とのバランスを考慮して水素循環量のみを増加を行うかパージ弁を併用するかを選択すると良い。

【実施例3】

【0040】

実施例3の構成は、図1に示した実施例1の構成と同一であり、動作のみが異なるので図8に示すフローチャートの異なる部分のみ説明する。S1からS4までは、図4の実施例1と同様である。

【0041】

S3で水素循環量を増量した後、S5へ進み、所定時間（例えば5秒）経過するまで待機する。S5で所定時間が経過すると、S6へ進む。S4で水素循環量を通常としたときもS6へ進む。

【0042】

S6では、S1で計算した全セルの平均電圧と各セル電圧とを比較し、平均電圧から、0.1V以上低いセルがあるか否かを判断する。YESの場合S7へ進み、S7でパージ弁を開弁して、S9で所定時間（例えば5秒）経過するまで待機する。S9で所定時間経過すると、S10へ進み、パージ弁を閉弁し、S12では、水素の循環流量を通常運転時の状態に戻して、リターンする。

【0043】

一方、S6の判断がNOの場合、S8へ進み、パージ弁を閉じて、リターンする。

【0044】

本実施例では、S2、S6共に同じロジックを用い、窒素等がアノード側に拡散した場合の判断を簡略化している。

【0045】

これは、窒素拡散が要因のセル電圧低下は水つまりの場合よりも緊急性が低いこと、また、窒素拡散が要因の場合でも、その濃度が高くなるとセル電圧にばらつきが出ることから、セル電圧のバラツキのみを検出しセル電圧低下の要因は特定せずに、まず水素の外部放出を伴わない対策法である水素循環増加を行い、それでもなお解消できない場合には、パージ弁をも開弁することで、セル電圧低下の要因が水詰りであっても、窒素拡散等であっても運転性等の悪化を引き起こさないシステムを提供できる。

【0046】

実施例1の方法を採るか実施例3の方法を取るかは、循環ポンプの消費電力及び窒素透過時の効率低下を勘案して選択すると良い。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明に係る燃料電池システムの実施例1の構成を説明する構成図である。

【図2】実施例1における運転負荷に対する運転圧力を説明する図である。

【図3】実施例1における運転負荷に対する平均セル電圧のテーブルデータを説明する図である。

【図4】実施例1におけるパージ動作を説明するフローチャートである。

【図5】実施例1における運転負荷に対する水素循環量を説明する図である。

【図6】実施例2におけるパージ動作を説明するフローチャートである。

【図7】実施例2における運転負荷に対するパージ流量を説明する図である。

【図8】実施例3におけるパージ動作を説明するフローチャートである。

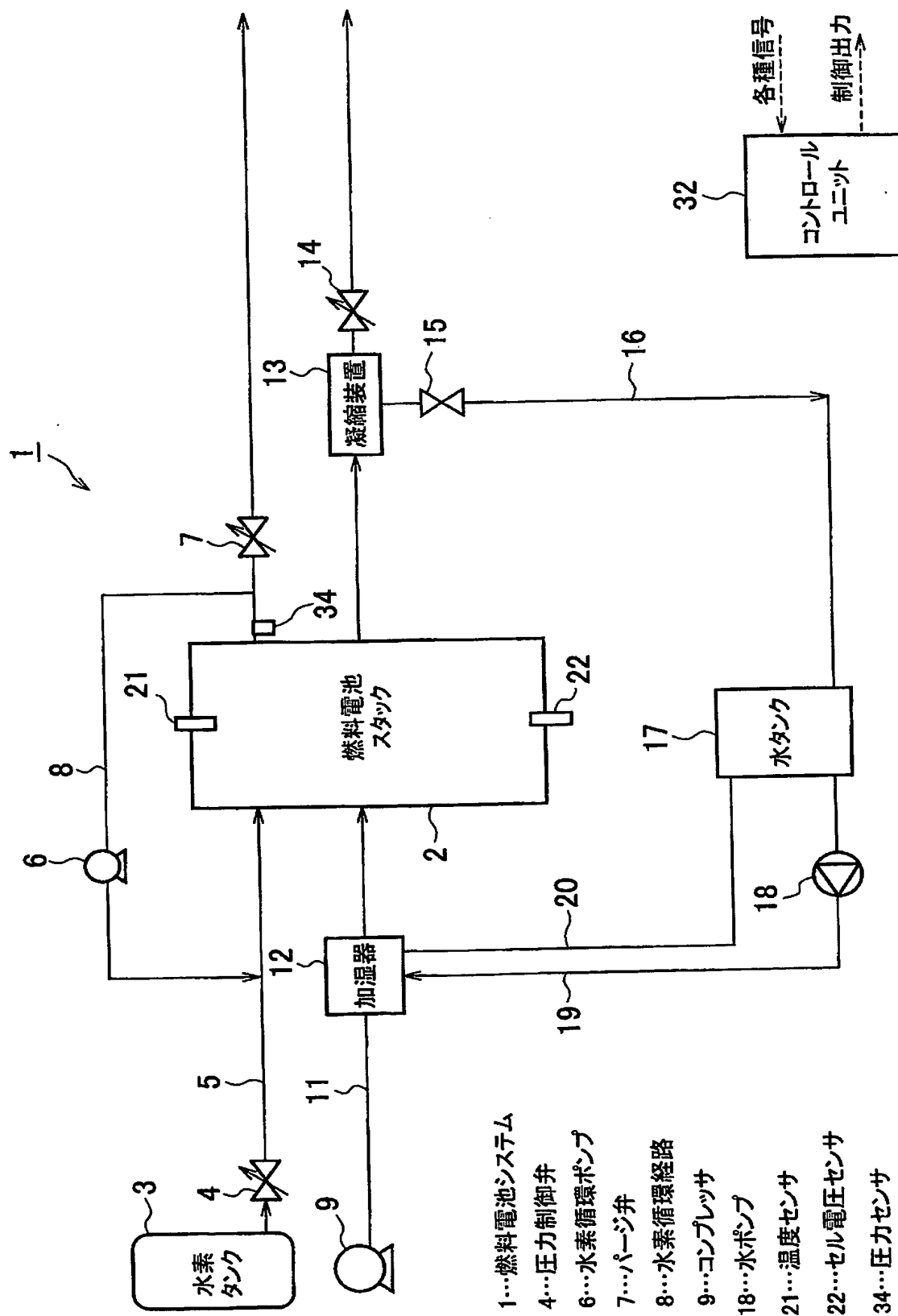
【符号の説明】

【0048】

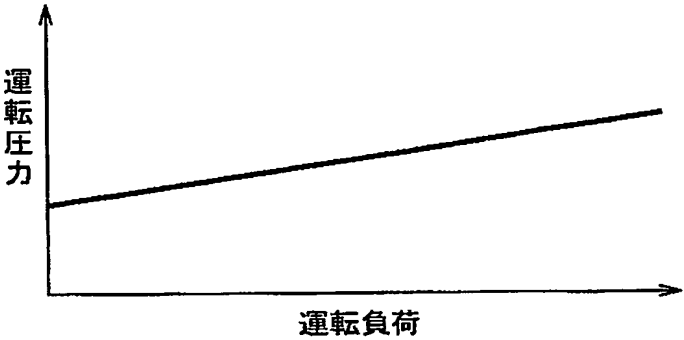
- 1…燃料電池システム
- 2…燃料電池スタック
- 3…水素タンク
- 4…圧力制御弁
- 6…水素循環ポンプ
- 7…パージ弁
- 8…水素循環経路
- 9…コンプレッサ
- 12…加湿器
- 13…凝縮装置
- 17…水タンク
- 18…水ポンプ
- 21…温度センサ
- 22…セル電圧センサ
- 32…コントロールユニット
- 34…圧力センサ

【書類名】 図面

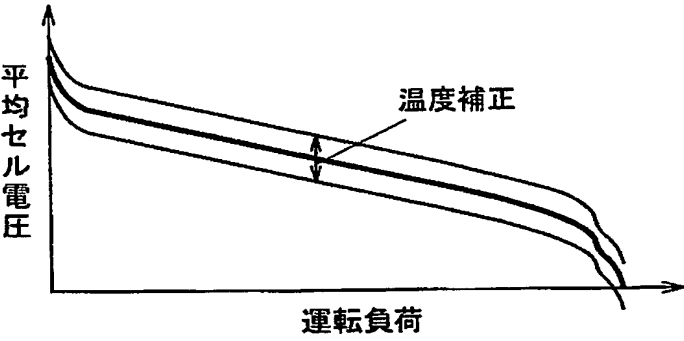
【図 1】



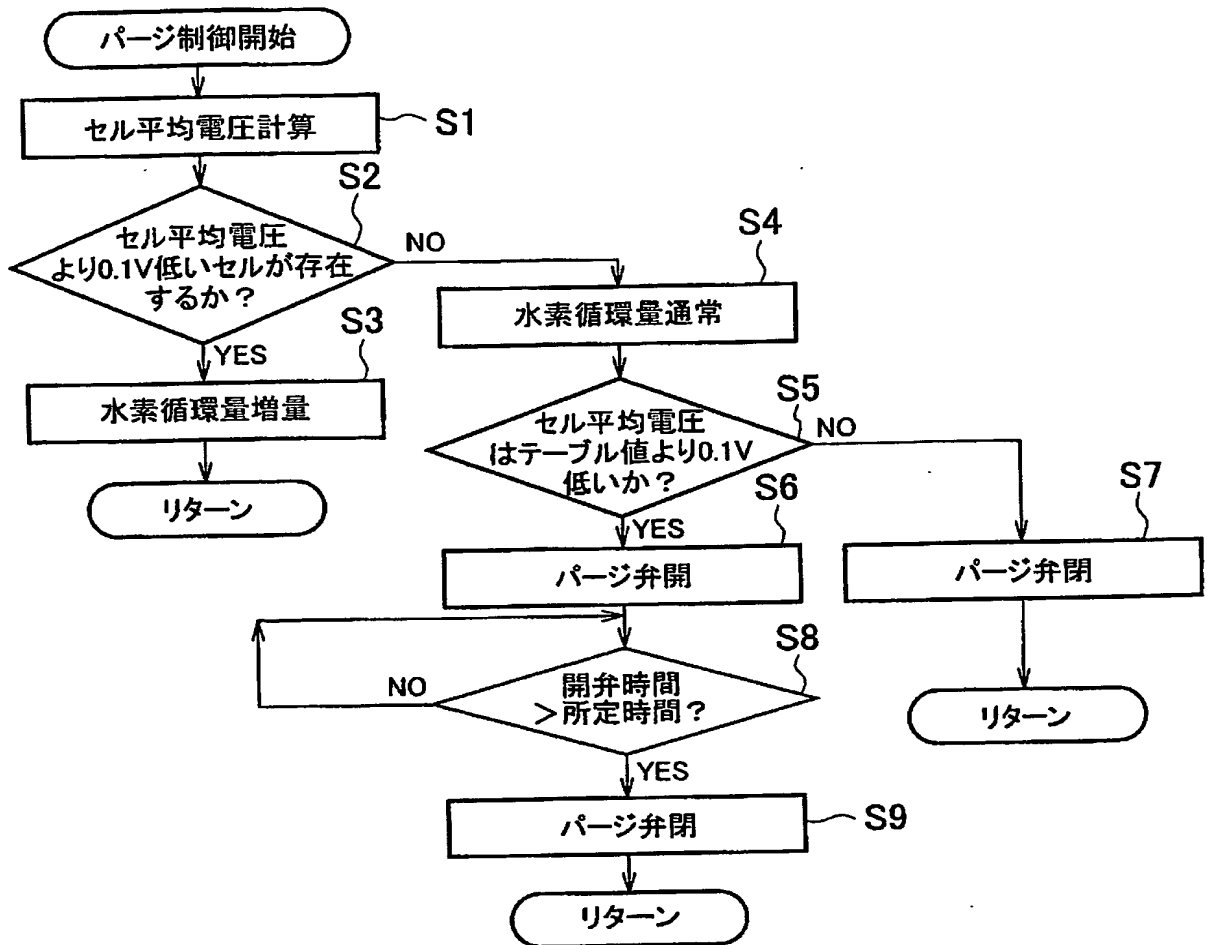
【図 2】



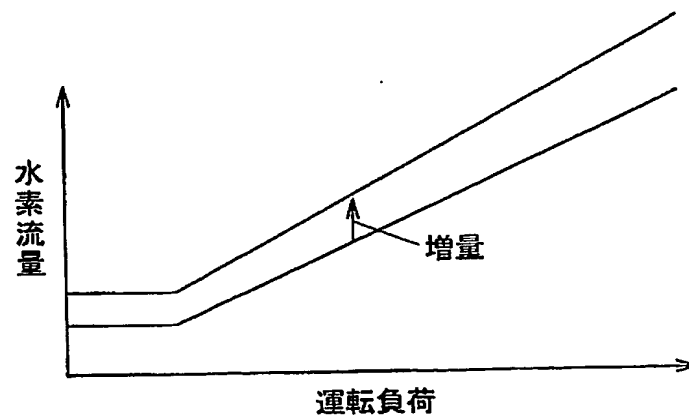
【図 3】



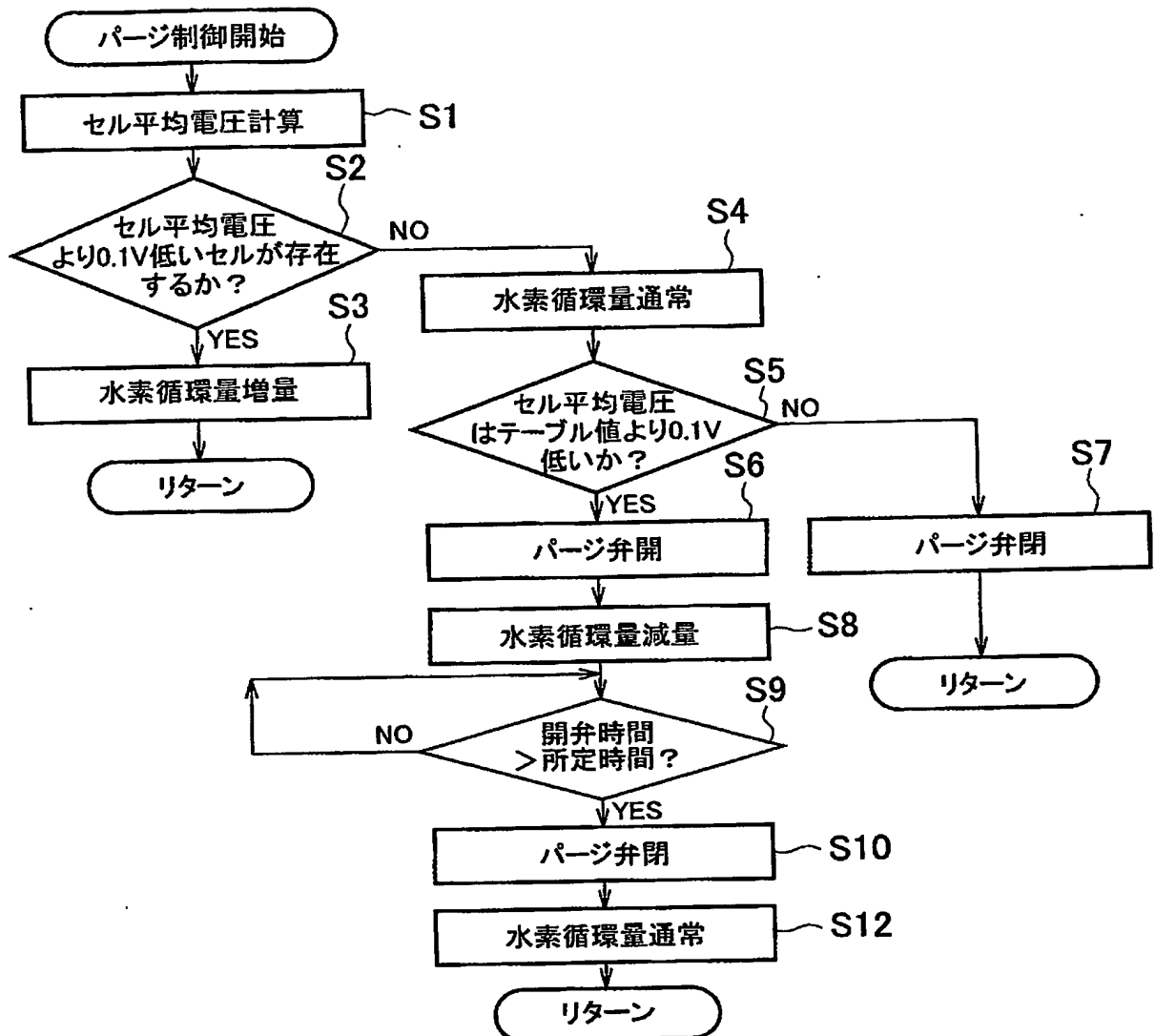
【図 4】



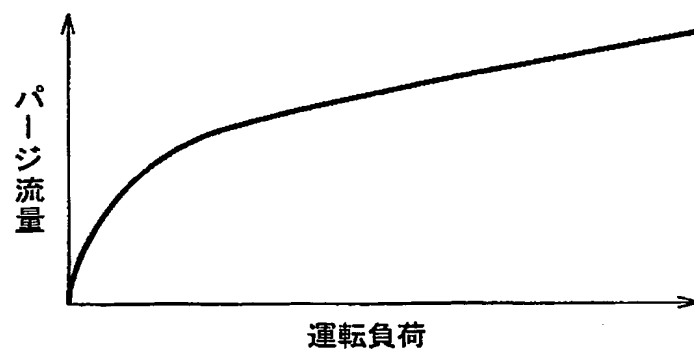
【図 5】



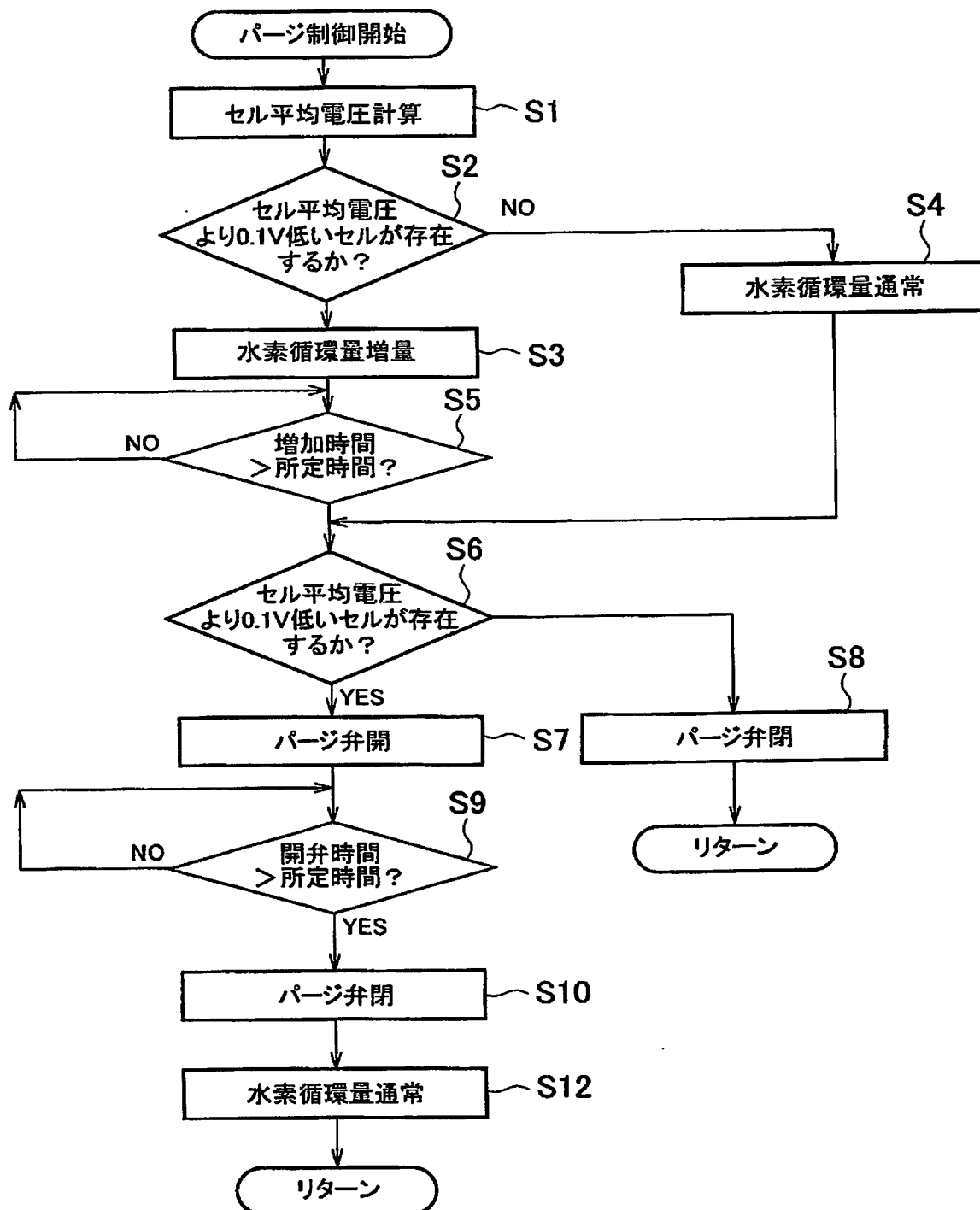
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 燃料電池スタックのセル電圧が低下した場合、燃費性能低下を抑制しつつセル電圧回復を図ることができる燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 コントロールユニット 32 は、セル電圧センサ 22 が検出した燃料電池スタック 2 のセル電圧を読み込んで、セル電圧を判定する。このセル電圧の判定結果により、コントロールユニット 32 は、水素循環ポンプ 6 による水素循環量の増加を行うか、又はパージ弁 7 を開いて、水素循環路内部のガスを系外へ放出する。

【選択図】 図 1

特願 2003-333656

出願人履歴情報

識別番号

[000003997]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住所

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

氏名

日産自動車株式会社